

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-150286

(43)公開日 平成11年(1999) 6月2日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 31/042

H 0 1 L 31/04

R

23/28

23/28

D

23/48

23/48

A

25/16

25/16

Y

A

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-315114

(22)出願日

平成9年(1997)11月17日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 都築 幸司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(72)発明者 竹山 祥史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(72)発明者 清水 孝一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ

ン株式会社内

(74)代理人 弁理士 丸島 儀一

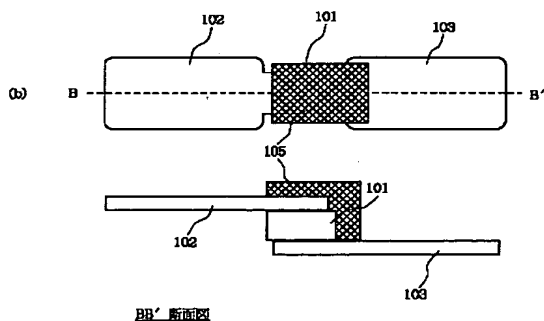
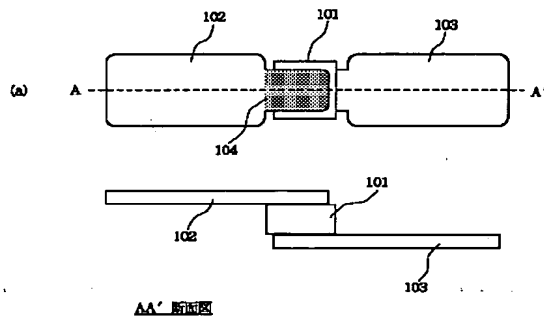
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 モールドレス半導体装置

(57)【要約】

【課題】 外力に対して信頼性の高いモールドレス半導体装置と、それを用いた光起電力素子モジュールを提供すること。

【解決手段】 半導体チップ(101)が2枚の外部接続用端子(102、103)に挟持され、且つ電気的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けたことを特徴とするモールドレス半導体装置。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体チップ(101)が 2 枚の外部接続用端子(102、103)に挟持され、且つ電氣的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けたことを特徴とするモールドレス半導体装置。

【請求項 2】 前記硬度差をビッカース硬度で 30 以上設けたことを特徴とする請求項 1 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 3】 前記外部接続用端子において、半導体チップ近傍部がそれ以外の部分よりも高硬度であることを特徴とする請求項 1 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 4】 前記外部接続用端子において、半導体チップ近傍部以外のビッカース硬度が 120 以下であることを特徴とする請求項 3 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 5】 半導体チップ(101)が 2 枚の外部接続用端子(102、103)に挟持され、且つ電氣的に接続され、該半導体チップの少なくとも一部を覆うように弾性体(105)を配置したことを特徴とするモールドレス半導体装置。

【請求項 6】 前記弾性体が硬度 50 (J I S A) 以下の有機高分子樹脂であることを特徴とする請求項 5 に記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 7】 前記有機高分子樹脂がシリコン樹脂であることを特徴とする請求項 6 に記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 8】 前記有機高分子樹脂が湿度硬化型であることを特徴とする請求項 6 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 9】 半導体チップが 2 枚の外部接続用端子に挟持され、且つ電氣的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けてあり、且つ該半導体チップの少なくとも一部を覆うように弾性体を配置したことを特徴とするモールドレス半導体装置。

【請求項 10】 前記硬度差をビッカース硬度で 30 以上設けたことを特徴とする請求項 9 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 11】 前記外部接続用端子において、半導体チップ近傍部がそれ以外の部分よりも高硬度であることを特徴とする請求項 9 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 12】 前記外部接続用端子において、半導体チップ近傍部以外のビッカース硬度が 120 以下であることを特徴とする請求項 11 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 13】 前記弾性体が硬度 50 (J I S A) 以下の有機高分子樹脂であることを特徴とする請求項 9 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 14】 前記有機高分子樹脂がシリコン樹脂

であることを特徴とする請求項 13 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 15】 前記有機高分子樹脂が湿度硬化型であることを特徴とする請求項 13 記載のモールドレス半導体装置。

【請求項 16】 複数の光起電力素子と、請求項 1 乃至 15 に記載の半導体装置を有する光起電力素子モジュールであって、前記半導体装置が光起電力素子の電極部材もしくは、光起電力素子同士を電氣的に接続する接続部材に密着した状態で接続されていることを特徴とする光起電力素子モジュール。

【請求項 17】 前記半導体装置が光起電力素子の非受光面側に設けられていることを特徴とする請求項 16 に記載の光起電力素子モジュール。

【請求項 18】 前記記載の光起電力素子モジュールが、可撓性を有することを特徴とする請求項 16 記載の光起電力素子モジュール。

【請求項 19】 前記記載の光起電力素子モジュールの少なくとも一部が曲げ加工されていることを特徴とする請求項 16 記載の光起電力素子モジュール。

【請求項 20】 前記半導体装置の半導体チップはダイオードであり、該半導体装置は複数の直列に接続された光起電力素子に対して並列に接続されていることを特徴とする請求項 16 記載の光起電力素子モジュール。

【請求項 21】 請求項 16 乃至 20 記載の光起電力素子モジュールが表面被覆材と裏面被覆材との間に樹脂封止されていることを特徴とする太陽電池モジュール。

【請求項 22】 請求項 16 乃至 20 記載の光起電力素子モジュールと、建材とが一体構造となっていることを特徴とする建材。

【請求項 23】 請求項 16 乃至 20 記載の光起電力素子モジュールが補強板上に樹脂封止され、表面に保護フィルムを有する太陽電池モジュールの、前記補強板を折り曲げ加工する工程を有することを特徴とする建材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置に関し、特に、モールド樹脂で被覆されていないモールドレス半導体装置に関する。また、モールドレス半導体装置をバイパスダイオードとして使用した光起電力素子モジュール、太陽電池モジュール、及び建材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、CO<sub>2</sub>の増加による温室効果で地球の温暖化が生じることが予測され、CO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギーの要求がますます高まっている。CO<sub>2</sub>を排出しないエネルギー源としては原子力発電が挙げられるが、放射性廃棄物の問題が解決されておらず、より安全性の高いクリーンなエネルギーが望まれている。このような状況下において、クリーンエネルギ

## 3

ーの中でも特に太陽電池は、そのクリーンさと安全性と取扱い易さといった点から非常に注目されている。

【0003】太陽電池の種類としては、結晶系太陽電池、アモルファス系太陽電池、化合物半導体太陽電池等、多種にわたる太陽電池が研究開発されているが、中でもアモルファスシリコン太陽電池は、変換効率こそ結晶系の太陽電池に及ばないものの、大面積化が容易で、かつ光吸収係数が大きく、また薄膜で動作するなどの、結晶系太陽電池にはない優れた特徴をもっており、将来を有望視されている太陽電池の1つである。

【0004】ところで、通常太陽電池を電力の供給源としてみた場合、1枚の太陽電池セルだけでは出力電圧が不足している。このため、複数の太陽電池セルを直列もしくは並列に接続して使用する必要がある。

【0005】上記のように複数のセルを直列接続して動作させる場合において最大の難点は、建物の影や降雪などにより、セルの一部が太陽光から遮られて発電しなくなった場合、正常に発電している他の素子からの総発電電圧が逆方向電圧という形で直接印加されることである。そして、このような逆方向電圧が素子の耐圧を越える値になった場合には、素子の破壊が起きる可能性がある。そこで、このような素子の破壊を避けるためには、直列接続した各素子ごとに、素子と並列で逆の方向にダイオードを結線する必要がある。このようなダイオードは一般的にバイパスダイオードと呼ばれる。

【0006】バイパスダイオードとしては、一般には汎用品として、その周囲にカバー樹脂を設けたモールドパッケージのダイオードが使用されていた。ところが、これらのモールドパッケージダイオードを太陽電池のバイパスダイオードとして使用する場合には、以下のような難点がある。

① 太陽電池自体の厚みが300 $\mu$ m程度であるのに対し、モールドダイオードの厚みは薄いものでも1mm程度の厚みを有する。その結果、ダイオードの配置された部分だけが極端に厚くなり、モジュールの平面性を著しく損なってしまう。平面性を保つためには、周囲の被覆材を厚くする方法があるが、被覆材のコストが高くなってしまう。

② ダイオードチップ自体がモールド樹脂で完全に被覆されている為に、ダイオードチップに電流が流れた際、チップのPNジャンクション部で発生した熱の放熱性が非常に悪く、周囲の被覆材の熱劣化を促進してしまう。太陽電池が金属基板を構成材料としているような場合には、その金属をフィンとして利用すればいいのだが、モールドダイオードの場合には、必ずチップがモールド樹脂で覆われている為に、チップ部分を金属基板に接触することが不可能であり、放熱性の向上にも限度がある。

【0007】こうした背景から、例えば特開平5-291602や、特開平9-82865で開示されているように、チップダイオードをモールドパッケージ樹脂無し

## 4

で使用する構成（以下モールドレスダイオードと呼ぶ）が提案されている。モールドレスダイオードの場合には、厚みが300 $\mu$ m程度と非常に薄いことでモジュールの平面性を保つことができ、かつモールド樹脂がないことで、金属基板と接触することができ、放熱性を向上することができる。

【0008】図2にこのようなモールドレスダイオードの一例の概略図を示す。図2(a)は、正面図、(b)はAA'断面図を現わしている。図中、201は半導体ベアチップ、202、203は外部接続用端子であり、チップと接続用端子は不図示のろう材等で電気的に接続されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来のモールドレスの半導体装置は、チップ部分を完全に覆っていない為にその取り扱い性が非常に難しく、以下に述べる問題を生じていた。

① モールド樹脂がない為に、ねじりや曲げにの力に対して非常に弱い。具体的には、モールドレスダイオードを光起電力素子に半田接続する際、ねじりや曲げの力によって外部接続端子が屈曲し、チップにせん断的な応力が加わる。その結果、チップに残留応力が発生したり、ひどい場合には割れたりする場合があります、ダイオードとしての信頼性を著しく損ねていた。

② モールド樹脂がない為に、外力に非常に弱く、特に衝撃の力に弱い。その結果、①と同様チップに割れが発生する。

③ モールドレスダイオードが光起電力素子モジュールに接続されている状態にあるいはその光起電力素子モジュールが家屋の屋根面に設置されているような状況では、風や雹などの屋外での気候の影響により、光起電力素子モジュール自体に繰り返し曲げや衝撃力が働く。その結果、内部に接続されているダイオードにも同様の力が作用し、ダイオードが破壊される場合がある。

【0010】よって本発明の目的は、上記の問題点を解決しようとしたものであり、外力に対して十分な信頼性を有するモールドレス半導体装置を提供し、かつモールドレス半導体装置を光起電力素子モジュール内に組み込まれても高信頼性を有するモールドレス半導体装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記課題を解決するために鋭意研究開発を重ねた結果、次のようなモールドレス半導体装置及び光起電力素子モジュールが最良であることを見いだした。すなわち本発明のモールドレス半導体装置は、半導体チップが2枚の外部接続用端子に挟持され、且つ電気的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けたことを特徴とする。

【0012】又、半導体チップが2枚の外部接続用端子

に挟持され、且つ電氣的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けてあり、且つ該半導体チップの少なくとも一部を覆うように弾性体を配置したことを特徴とする。

【0013】さらに、本発明は上述の半導体装置と、複数の光起電力素子を有する光起電力素子モジュールであって、前記半導体装置が光起電力素子の電極部材もしくは、光起電力素子同士を電氣的に接続する接続部材に密着した状態で接続されていることを特徴とする光起電力素子モジュール、及び該光起電力素子モジュールと建材とが一体となっている建材をも包含する。

【0014】本発明のモールドレス半導体装置は以下の作用を有している。

【0015】(1) 半導体チップが2枚の外部接続用端子に挟持され、且つ電氣的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けることにより、ねじりや曲げの力に対して強いモールドレス半導体装置を提供することができる。チップ近傍部がそれ以外の部分よりも高硬度の場合には、たとえねじりの力が端子に加わったとしても、主にねじりが作用するのはチップ近傍部以外の部分だけであって、チップにはねじり応力が伝達されにくくなる。逆にチップ近傍部以外の部分がチップ近傍部よりも高硬度の場合においても、硬度差を設けた境界付近で応力を吸収し、チップ自体に加わる応力を低減することができる。その結果、半導体チップに応力が残留したり、割れたりすることを防止可能となり、ねじりや曲げの力が作用しても破壊することのない信頼性の高い半導体装置を提供できる。

【0016】(2) 半導体チップが2枚の外部接続用端子に挟持され、且つ電氣的に接続され、少なくとも一方の極側の外部接続用端子の、該半導体チップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けてあり、且つ該半導体チップの少なくとも一部を覆うように弾性体を配置したことにより、外力が加わったとしても弾性材料によって力を吸収することができ、チップに伝わる外力、衝撃力を緩和することができる。その結果、半導体チップに割れが生じることがなくなる。

【0017】(3) さらに、上記(1)(2)の両方を盛り込んだ半導体装置の場合には、ねじりや曲げの力と、衝撃力との両方に対して耐性のある半導体装置を提供することができる。

【0018】(4) 前記硬度差をビッカース硬度で30以上設けたことによって、より顕著な応力緩和を期待できる。

【0019】(5) また、前記外部接続用端子において、半導体チップ近傍部がそれ以外の部分よりも高硬度であることによって、さらにねじりや曲げの力に対して効果的な耐性を与えることができる。

【0020】(6) 半導体チップ近傍部以外のビッカース硬度が120以下であることによって、外部接続用端子のほとんどの部分が軟質であり、ねじりの力をより吸収することができる。また、外部接続用端子を自由に加工でき、曲げて使用することが可能となり、応用範囲の広い半導体装置を提供することができる。

【0021】(7) 弾性材料が硬度50(JISA)以下の有機高分子樹脂であることによって、非常に応力吸収性の高い半導体装置を提供可能である。

【0022】(8) 前記有機高分子樹脂がシリコン樹脂である場合には、伸縮性があって、かつ耐熱性の高い半導体装置を提供することができる。

【0023】(9) さらに、前記有機高分子樹脂が湿度硬化型である場合には、室温放置によって架橋することが可能な為、例えば外部接続用端子に熱等を加えることが無く、外部接続端子を極端に酸化させたりすることがない。

【0024】(10) また、上記記載の半導体装置が光起電力素子の電極部材もしくは、光起電力素子同士を電氣的に接続する接続部材に密着した状態で接続されている光起電力素子モジュールの場合には、外力に対して強い光起電力素子モジュールを提供することができると同時に、密着して接続していることで、光起電力素子自体をフィンとして活用でき、半導体装置に電流が流れた際の温度上昇を低減することができる。

【0025】(11) 前記半導体装置が光起電力素子の非受光面側の電極部材、もしくは接続部材に接続されていることによって、受光面側からの外力(例えば電圧など)に対してより耐性を高めることが可能となる。

【0026】(12) 光起電力素子モジュールが可撓性を有する場合には、半導体装置のねじりや曲げ力に対する耐性をより発揮することができる。

【0027】(13) また、上記光起電力素子モジュールの一部、あるいは全体が曲げ加工されている場合には、加工の際に加わる外力に対しても耐性の高い光起電力素子モジュールを提供することが可能である。

【0028】(14) また、上記光起電力素子モジュールと、建材とが一体構造となっている建材一体型光起電力素子モジュールでは、風雨等の気候の影響にも信頼性の高いモジュールを提供することができる。

【0029】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施態様例を詳細に説明する。まず、本発明のモールドレス半導体装置について、従来のモールド半導体装置と対比して説明する。

【0030】図3には、従来のモールドパッケージ半導体装置の概略図を示しており、301は半導体チップ、302、303は外部接続用端子で301と不図示のろう材等によって電氣的に接続されている。また、304はエポキシ樹脂等のモールド樹脂であり、半導体チップ

を機械的に保護すると同時に、水分の侵入等を防ぐ役目をする。このように、モールドパッケージ半導体装置とは、半導体チップ301がモールド樹脂304で完全に被覆されており、半導体チップ及び半導体チップ近傍の外部接続用端子が全く露出していないものを指している。すなわち、外からは外部接続用端子の一部しか見えないものである。

【0031】これに対して、本発明のモールドレス半導体装置の概略図を図1(a)、(b)に示す。101は半導体チップ、102、103は外部接続用端子、104は硬度差を設けた境界線、105は弾性体を示している。

【0032】本発明で定義するモールドレス半導体装置とは、図1(a)のようにモールド樹脂で全く被覆がなされていないもの、あるいは、図1(b)のように弾性体が一部載置されているだけで完全には被覆されておらず、必ず半導体チップもしくは半導体チップ近傍の外部接続用端子が露出しているものを指している。

【0033】本発明のモールドレス半導体装置は光起電力素子モジュールのバイパスダイオードに特に好適に用いられるものであるが、そのほかにも半導体チップ101として、トランジスタ、IC、サイリスタ等半導体デバイスにも適用することが出来る。

【0034】半導体チップがダイオードである場合には、そのダイオードの種類としては、検波用ダイオード、整流用ダイオード、エサキダイオード、定電圧ダイオード、可変容量ダイオード、スイッチングダイオード等が限定なく適用可能である。また、そのチップ構造としてもメサ型やプレーナ型等限定なく適用可能である。図1(a)に示すような外部接続用端子が平行に接続されているような場合には、外部接続用端子/チップでのショートを防止するためにメサ型を用いる方が好適である。

【0035】半導体チップ101にろう材等で接続される外部接続用端子202、203としては、ろう材との接続が可能であって、良好な電気導電性、小さな熱抵抗を有する材料が好適に用いられる。例えば、金、銀、銅、ニッケルが好適である。電気抵抗を小さくする為には、外部接続端子の厚みは大きい程好ましいが、厚すぎると全体の厚みが厚くなってしまい、本来の薄型という特徴が失せることから、35~150ミクロンが好適である。

【0036】外部接続用端子の形状102、103の形状についても何等限定はないが、放熱性を良くする為に、フィン等に取り付ける側の外部接続用端子を大きくしておく方が好ましい。

【0037】次に、外部接続用端子の硬度差境界線104について詳述する。図4(a)は、その一例であるが、これに限るものではない。401は半導体チップ、402、403は外部接続用端子、404はチップ近傍

部とそれ以外の部分で硬度差を設けた領域である。本例では、外部接続用端子402のみ硬度差を設けているが、図4(b)のように402と403の両方に設けても何等構わない。

【0038】図4(a)の外部接続用端子402において、境界線404の右側(チップ近傍部・領域B)がそれ以外の部分(領域A)よりも高い硬度の場合には、領域Aの端子にねじりや曲げの応力が加わったとしても、領域Bの方が高硬度である為に、応力が境界線404付近で吸収され、領域Aまで伝達しにくくなる。逆に、領域Aが領域Bよりも高硬度である場合にも、同様に境界線404付近で応力が吸収され、半導体チップ401に応力が伝達しにくくなる。これらの作用効果により、外部接続用端子のチップ近傍部とそれ以外の部分で硬度差を設けることによって、ねじりや曲げに強いモールドレス半導体装置を提供することができる。

【0039】どちらも場合においても応力の低減効果は期待できるが、領域Bの部分が半導体チップ401と直接接続されている為、チップ近傍部(領域B)を高硬度にする方がより効果が大きく、より好適である。

【0040】硬度差を設ける領域については、応力が低減できれば特に限定はなく、図4(c)のようにチップの先端部を含んで少し広範囲で処理してもよい。

【0041】硬度値に関しては、ビッカース硬度で表現することができる。硬度差が大きければ大きい程その効果が大きく好ましいが、より好適にはビッカース硬度で30以上の硬度差を設けることが望ましい。

【0042】また、半導体装置はその応用範囲が非常に広く、様々な形状の位置に取り付ける必要がある。そのような背景から、チップ近傍部以外の部分(領域A)がビッカース硬度120以下であることで、領域Aを曲げて使用することができる。ビッカース硬度が120以上である場合には、曲げた際に断裂、亀裂が入りやすくなり、長年の使用状態では端子が破断してしまうことから、120以下が好適であり、より好適には80以下であることが好ましい。

【0043】硬度差を設ける手段としては、硬度の高い部材の一部を柔らかくして設けてもよいし、硬度の低い部材の一部を硬くして硬度差を設けてもよいが、一般的には後者の方が簡単な方法で硬度差を設けることができる。その具体的な手段としては、特に限定はないが、例えば金属メッキ、金属蒸着、硬質膜塗布など他の材質を設ける方法や、イオン注入など表面自体を改質する方法が挙げられる。中でも、金属メッキは、真空装置が不要な簡易な方法で作成でき、かつ成長速度が早いという利点がある。使用する金属としては、銀、アルミニウム、ニッケル、半田等を用いることができるがこれに限るものではない。表面に他の材質を設ける場合には、外部接続端子の片面に設けても構わないし、両面に設けても構わない。

【0044】次に弾性体105について詳述する。弾性体を配置する目的は、圧力や衝撃力等の外力に対する半導体チップの耐性を高めることである。但し本発明では半導体チップ101の近傍にのみ設けられる。その材料としては、比較的柔らかく、クッション性に富む材料が好んで用いられ、特に限定はないが、例えば、各種ゴム系樹脂、発泡樹脂、弾性を有する樹脂等が用いられ、形態としては、熔融、溶解した樹脂、フィルム、ゴム形状の樹脂、接着材、テープ形状になっているも等が挙げられ、各種形態を用いることができる。

【0045】発泡樹脂としては、例えば高倍率で発砲させて、弾性を高めたものが好ましく、また、その形状としては、テープ形状になっているものが簡単に取り付け可能であり、好ましい。発泡樹脂の基材としては、例えば、ポリスチレン、塩化ビニル、ポリエチレン、ポリビニルアルコール、ポリウレタン、アクリル、シリコン樹脂が用いられる。

【0046】また、弾性を有する樹脂のような場合には、熔融、溶解した樹脂、あるいは接着剤形状の樹脂、ポッティング樹脂を例えばデイスペンサー等を用いてチップ近傍に樹脂をドットイングした後、例えば、熱、湿度、紫外線等のエネルギーにより硬化させる。この中でも、湿度硬化型の樹脂の場合には、常温放置等簡易な工程で作成できる利点と、外部接続用端子をほとんど酸化させることがないので、後工程で端子の半田付けが容易等の利点があり、より好適である。

【0047】衝撃力の耐性を高める為には、硬化後の樹脂の弾性が最も効くファクターであり、弾性が高い程、耐衝撃性は高くなる。弾性のファクターはJISAの硬度で表現することができ、JISA硬度で5以上50以下がより好適である。弾性があまりに高い場合には、後に光起電力素子での樹脂被覆工程でつぶれ方が大きくなってしまい、弾性体自身の膜厚が非常に薄くなってしまいうことから5以上が好適である。また、50以下である場合には、実験的見地からより耐衝撃性が高まり好適である。代表的な樹脂としては、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、ブチルゴム等が挙げられるがこれに限るものではない。この中でも、半導体チップに電流が流れた際の温度上昇に対応する為に、耐熱性の高いシリコン樹脂がより好適である。

【0048】上記樹脂は、半導体チップに直接接触するものであるから、半導体チップの電気的特性を維持する為にも樹脂内に含有される不純物イオンは少ない方が好ましく、ナトリウムイオン、カリウムイオン、塩素イオンの量がそれぞれ2ppm以下のものが好ましい。

【0049】量産性を考えた場合に、樹脂はデイスペンサー等でドットイング可能な粘度を有するものが望ましいが、粘度が低すぎる場合には広がり方が大きく、特定の場所にドットイングできないといった不具合を生ずる。また、あまりに低い場合には薄く盛られすぎて弾性

が弱まってしまふ。このような兼ね合いから樹脂の硬化前粘度は500ボイズ以上2000ボイズ以下であることが望ましい。

【0050】弾性体を形成した場合の耐衝撃性は、弾性体の硬度によってその効果が大きく左右されるが、出来上りの膜厚によっても左右される。弾性体は、その膜厚が厚い程、耐衝撃性は当然高まる。しかしながら、あまりに厚い場合には、その半導体装置を半田付けしにくいか、薄型の実装基板には実装できないこともあって、使用目的に応じて適度の厚みに管理することが望ましい。光起電力素子に接続する場合には、せいぜい1mm以下であることが好適である。

【0051】本発明のモールドレス半導体装置を光起電力素子のバイパスダイオードに適用した例を以下に示す。

【0052】(光起電力素子) 本発明に於ける光起電力素子としては、単結晶、薄膜単結晶、多結晶、あるいはアモルファスシリコン太陽電池に適用できる以外に、シリコン以外の半導体を用いた太陽電池、ショットキー接合型の太陽電池にも適用可能である。

【0053】図5(a)は本発明の光起電力素子モジュールの概略図であり、代表例としてアモルファスシリコン太陽電池を使用した光起電力モジュールの模式的断面図を示している。図5(b)はX-X'の断面であり、光起電力素子モジュールが表面被覆材と裏面被覆材との間に樹脂封止されている状態を示している。501、501'は光起電力素子、502はバスバー電極、503、503'は絶縁性部材、504は金属体(接続部材)、505は被覆材、506は集電電極、507は図5(b)に示したような半導体装置(ダイオード)である。2枚の光起電力素子501、501'が金属体504により電気的に直列接続されており、光起電力素子のエッジ部と金属体504の接触部には、絶縁部材503、503'が設けられている。

【0054】図5において、半導体装置507は光起電力素子501に対して、電気的に並列に接続されており、一方の外部接続用端子は光起電力素子501に密着した状態で、もう一方は接続部材504に接続されている。半導体装置507は、それ自体の発熱によって、周囲の被覆材505を熱的に劣化させてしまう為、図5で示すように光起電力素子101に密着した状態で接続し、光起電力素子501をフィンとして活用している。接続する箇所としては、図5では光起電力素子501に密着しているが、より詳しくは、後述の金属基板や下部電極層など、金属に接続されていることが好適である。また、光起電力素子以外としては、金属体の接続部材504に密着した状態で接続しても構わないし、表面側のバスバー電極502上に接続しても同様の効果を発揮する。

【0055】上記のように、半導体装置は光起電力素子

の表側に接続しても裏側に接続しても構わないが、裏側に接続している場合には表面の被覆材の厚みを十分厚くすることができる為、表面に存在する被覆材自体もクッション材として働き、光起電力素子に表面方向から働く外力（例えば、足踏み、静荷重等）に対してより耐性を高めることができる。これに対して表面側に半導体装置を配置した場合には、光起電力素子周囲を被覆材で充填する際に半導体装置部分が表面に出っ張っていることによって、半導体装置上の被覆材が薄くなってしまう。以上の点から、光起電力素子の非受光面側の電極部材、もしくは非受光面側の接続部材に接続されていることがより好適である。

【0056】接続する個数に関しては、光起電力素子1個に対して半導体装置1個以上接続する場合が、影が生じた場合の出力低下が少なくなり好適であるが、コスト的な意味合いから複数の光起電力素子に対して半導体装置1個を接続しても構わない。

【0057】光起電力素子モジュールが可撓性を有している場合にはさらに効果的である。すなわち、光起電力素子モジュールが可撓性を有していることによって、光起電力素子に接続された半導体装置に曲げやねじりの力が作用する。このような場合に本発明の半導体装置を接続しておくことによって、破壊することのない信頼性の高い半導体装置を提供することができる。言い換えれば、本発明の半導体装置は可撓性の光起電力素子モジュールにより効率的に使用することができる。

【0058】またこのような可撓性を有する光起電力素子モジュールが補強板上に樹脂封止されている太陽電池

モジュールを曲げ加工する場合、本発明の半導体装置は非常に効果的である。本発明の太陽電池モジュールは端部の折り曲げ加工、全体を屈曲して波形状にした加工など様々な加工を施すことによって、様々な形状のモジュールを提供することができ、さらにこれを建材に適用することが出来る。加工を施す場合には光起電力素子及び半導体装置に外力が働く。例えば、一般的な加工方法としては、金型プレス、ローラーフォーマー、ベンダー等が挙げられるが、金型プレスで型をつける際にプレスがモジュールに圧力を加えたり、ローラーフォーマーではローラーがモジュール表面を通過する。本発明の半導体装置はこのような外力の作用に対して耐性が高いことから、加工を施しても壊れることがなく信頼性の高い光起電力素子モジュール、或いは太陽電池モジュールを提供することができる。

【0059】（光起電力素子）次に、光起電力素子について詳述する。

【0060】図6は光起電力素子501、501'をより詳しく説明する為の模式的断面図である。図において、601は基板、602は下部電極、603、613、623はn型半導体層、604、614、624はi型半導体層、605、615、625はp型半導体層、

606は上部電極、607は集電電極を表す。

【0061】基板601はアモルファスシリコンのような薄膜の太陽電池の場合に、半導体層を機械的に支持する部材であり、かつ電極としても使われる。従って、基板601は、半導体層を成膜する時の加熱温度に耐える耐熱性が要求されるが導電性のものでも電気絶縁性のものでもよい。

【0062】導電性の材料としては、例えばFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb等の金属またはこれらの合金、例えば真ちゅう、ステンレス鋼等の薄板及びその複合体やカーボンシート、亜鉛メッキ鋼板が挙げらる。また、電気絶縁性材料としては、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ等の耐熱性合成樹脂のフィルムまたはシートまたはこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ほう素ファイバー、金属繊維等との複合体、及びこれらの金属の薄板、樹脂シート等の表面に異種材質の金属薄膜及び／またはSiO<sub>2</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、AlN等の絶縁性薄膜をスパッタ法、蒸着法、鍍金法等により表面コーティング処理を行ったもののおよび、ガラス、セラミックス等が挙げられる。

【0063】下部電極602は、半導体層で発生した電力を取り出すための一方の電極であり、半導体層に対してはオーミックコンタクトとなるような仕事関数を持つことが要求される。材料としては、例えばAl、Ag、Pt、Au、Ni、Ti、Mo、Fe、V、Cr、C

u、ステンレス、真ちゅう、ニクロム、SnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、ITO等のいわゆる金属単体または合金、及び透明導電性酸化物(TCO)等が用いられる。下部電極602の表面は平滑であることが好ましいが、光の乱反射を起こさせる場合には、その表面にテクスチャー処理をしてもよい。また、基板601が導電性であるときは下部電極602は特に設ける必要はない。

【0064】下部電極の作製方法としては、例えばメッキ、蒸着、スパッタ等の方法を用いる。アモルファスシリコン半導体層としては、図6に示すようなpin接合を有するトリプル構成だけではなく、pin接合またはpn接合を重ねたダブル構成、シングル構成も好適に用いられる。特にi層604、614、624を構成する半導体材料としてはa-Siの他にa-SiGe、a-SiC等のいわゆるIV族及びIV族合金系アモルファス半導体が挙げられる。アモルファスシリコン半導体層の成膜方法としては、蒸着法、スパッタ法、高周波プラズマCVD法、マイクロプラズマCVD法、ECR法、熱CVD法、LPCVD法等公知の方法を所望に応じて用いる。成膜装置としてはバッチ式の装置や連続成膜装置等が所望に応じて使用出来る。

【0065】上部電極606は、半導体層で発生した起電力を取り出すための電極であり、下部電極602と対

をなすためのものである。上部電極606は、アモルファスシリコンのようにシート抵抗が高い半導体の場合に必要であり、結晶系の太陽電池ではシート抵抗が低いため特に必要とはしない。また、上部電極606は、光入射側に位置するため、透明であることが必要で、透明電極と呼ばれることもある。上部電極606は、太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層内に効率よく吸収させるために光の透過率が85%以上であることが望ましく、さらに、電気的には光で発生した電流を半導体層に対し横方向に流れるようにするためにシート抵抗値は100Ω/□以下であることが望ましい。このような特性を備えた材料としては、例えばSnO<sub>2</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZnO、CdO、CdSnO<sub>4</sub>、ITO(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+SnO<sub>2</sub>)などの金属酸化物が挙げられる。

【0066】集電電極607は、図5では506に相当するものであるが、一般的には櫛状に形成され、半導体層や上部電極のシート抵抗の値から好適な幅やピッチが決定される。集電電極は比抵抗が低く太陽電池の直列抵抗とならないことが要求され、好ましい比抵抗としては10E-2Ωcm~10E-6Ωcmである。集電電極の材料としては、例えばTi、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni、Cu、Sn、Pt等の金属またはこれらの合金や半田が用いられる。一般的には、金属粉末と高分子樹脂バインダーがペースト状になった金属ペーストが用いられているが、これに限られたものではない。

【0067】(バスバー電極)図5のバスバー電極502は、グリッド電極506を流れる電流をさらに一端に集める為の集電の役目をするものである。このような観点から、バスバーに使用する材料としては、体積抵抗率が低く、かつ工業的に安定して供給されている材料が望ましい。上記材料としては、加工性がよく、安価な銅が好適に用いられる。

【0068】また、銅を用いる場合には、腐食防止、酸化防止等の目的で、表面に薄い金属層を設けてもよい。該表面金属層としては、例えば、銀、パラジウム、パラジウムと銀の合金、または金などの腐食されにくい貴金属や、ニッケル、半田、錫などの耐食性のよい金属が好適に用いられる。前記、表面金属層の形成方法としては、例えば、作成が比較的容易な蒸着法、メッキ法、クラッド法が好適に用いられる。

【0069】バスバーの厚みとしては、50μm以上200μm以下が望ましい。50μm以上とすることで、光起電力素子の発生電流密度に十分対応できるだけの断面積を確保できるとともに、実質上機械的結合部材として使用することができる。一方、バスバーは厚くするほど抵抗損失を小さくすることができるが、200μm以下とすることで表面被覆材によるなだらかな被覆が可能となる。

【0070】上記バスバーは、基板の形態によっては何枚設けてもよく、特に1枚と限定されるものではない。

また、ここで用いるバスバーとしては、設ける対象となる基板の大きさとほぼ同程度の長さを有するものが望ましい。形状に関しても特に制限はなく、円柱状、箔状等のバスバーを用いることができる。

【0071】(金属体)図5において、金属体504は、光起電力素子同士(501と501')を電気的に接続、あるいは機械的に接続する為のものである。電気的に直列接続する場合には、金属体504の一端は、一方の光起電力素子501上のバスバー電極502と半田付け等の方法で接続され、もう一端はもう一方の光起電力素子501'の裏面側に接続される。また、並列接続する場合には、金属体504の一端は、一方の光起電力素子501状のバスバー502と半田付け等の方法で接続され、もう一端はもう一方の光起電力素子501'上のバスバー502'に接続される。

【0072】本例では、金属体を用いて接続を施しているが、バスバー502を使用することによってそのまま接続を行っても何ら問題はない。金属体を使用する材料、形状、厚みとしては、基本的にバスバーの項で詳述した内容と全く同様のものを用いることができる。

【0073】(被覆材)次に被覆材505について説明を行う。本発明にかかる被覆材505は、大きく分類して最表面被覆材、充填材、最裏面被覆材の3種類に分類される。

【0074】最表面被覆材に要求される特性としては透光性、耐候性があり、汚れが付着しにくいことが要求される。材料としてガラスを使用した場合、充填材が厚くなければ充填不良が起きるという問題がある。またその場合、重量が大きくなるだけでなく外部からの衝撃により割れやすいという問題も考えられる。そのために最表面被覆材には耐候性透明フィルムが好適に用いられる。そうすることにより、充填性が良くなり、軽量化が図れ、衝撃により割れない上に、フィルム表面にエンボス処理を施すことで、太陽光の表面反射が眩しくないという効果も生まれる。材料としては、ポリエチレンテトラフルオロエチレン(ETFE)、ポリ3フッ化エチレン、ポリフッ化ビニルなどのフッ素樹脂フィルムなどを用いることができるがこれに限られたものではない。充填剤との接着面には、充填剤が接着しやすいようにコロナ放電処理などの表面処理を施すこともできる。

【0075】充填材に要求される特性としては、耐候性、熱可塑性、熱接着性、光透過性が挙げられる。材料としては、EVA(酢酸ビニル-エチレン共重合体)、ブチラル樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂、フッ素化ポリイミド樹脂などの透明な樹脂を使用することができるがこれに限られたものではない。上記充填材に架橋剤を添加することにより、架橋することも可能である。また光劣化を抑制するために、紫外線吸収剤が含有されていることが望ましい。又、充填材の中にガラス繊維不織布やシリカ等を含有させることでスクラッチ耐性を向



上させることが出来る。

【0076】最裏面被覆材は、光起電力素子モジュールの裏面側を被覆して光起電力素子モジュールと外部の間の電氣的絶縁性を保つために使用する。要求される品質は、充分な電氣絶縁性を確保でき、しかも長期耐久性に優れ、衝撃、引っ掻き、熱膨張、熱収縮に耐えられる、柔軟性を兼ね備えた材料が好ましい。好適に用いられる材料としてはナイロン、ポリエチレンテレフタレート

(PET)等のプラスチックフィルムを使用できる。この構成により本発明の太陽電池モジュールはフレキシブルモジュールに適用できる。

【0077】充填材だけでも電氣的絶縁性を保つことはできるが、厚さにばらつきがおきやすいため、膜厚の薄い部分あるいはピンホール部分においては、光起電力素子と外部の間でのショートが発生する恐れがある。最裏面被覆材はそれを防止するために使用する。

【0078】また、最裏面被覆材に金属鋼板を使用することも可能である。材質は例えばステンレス板、メッキ鋼板、ガルバリウム鋼板などを使用できるがこれに限られたものではない。この場合、光起電力素子と外部の間の電氣的絶縁性を保つのは困難であるため、光起電力素子と金属鋼板との間に絶縁フィルムを介在させることにより裏面側被覆材を構成する。このときの絶縁フィルムとしてはナイロン、ポリエチレンテレフタレート(PET)等のプラスチックフィルムを使用できる。

【0079】図7は単結晶シリコンや多結晶シリコンなどの結晶系シリコン太陽電池を用いた場合の模式概略図を示している。701はシリコン基板からなり、PN接合を有する半導体層で、702は裏面電極、703は集電電極、704はバスバー電極、705は絶縁部材、706は本発明にかかる半導体装置を表している。

【0080】単結晶シリコン太陽電池や多結晶シリコン太陽電池の場合、支持基板を設けず、単結晶ウエハや多結晶ウエハが基板の役目をする。単結晶ウエハは、CZ法で引き上げられたシリコンインゴットを切断する方法で得られる。多結晶ウエハの場合は、キャスト法により得られたシリコンインゴットを切断する方法や、リボン法によりシート状の多結晶を得る方法等により形成される。PN接合の形成方法としては、例えばPOC1<sub>3</sub>を用いた気相拡散法、TiO<sub>2</sub>、SiO<sub>2</sub>、またはP<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用いた塗布拡散法、イオンを直接にドーピングするイオン打ち込み法等が用いられ、半導体層701が得られる。裏面電極702は、例えば、蒸着、スパッタ法により金属膜を形成したり、銀ペーストのスクリーン印刷等により形成する。また、半導体層701の表面側には光の反射による効率の低下を防ぐ為に不図示の反射防止膜が形成されている場合があり、その材料としては、例えば、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等が用いられる。

【0081】図7において接続されている半導体装置706に関しては、図5で説明したアモルファス太陽電池

の場合と同様の半導体装置と同様の接続の仕方をを用いることができる。

【0082】また、本発明の光起電力素子モジュールは、上述のとおり、ねじり、曲げ、衝撃等の外力に対して非常に屈強な構造となっている為、屋外に設置した場合に、風雨、雹などの気候が影響する外力に十分な耐久性を有する。従って、本発明の光起電力素子モジュールは、屋根に貼りあわせた形態や屋根上に設置した形態として使用することができる他、最裏面被覆材として金属鋼板を用いたような場合には、金属鋼板をそのまま金属屋根として、家屋の屋根に用いることができる。その場合、金属鋼板を屋根設置に適した構造に曲げ加工することは何等问题はない。図14は本発明の建材の一例で、

(a)は横葺型屋根材、(b)は瓦葺型屋根材、(c)はフラット型屋根材に適用した例で、それぞれ固定部材により設置面(屋根面)に固定された状態を表している。さらに施工性を良くする為、屋根部材(垂木、野地板等)、断熱材等を一体構造としても良い。本発明は屋根材のみならず、壁材など種々の建材と一体型のモジュールをも構成することができる。

【0083】

【実施例】(実施例1)まず、半導体装置を作成した。その手順を図8を用いて説明する。

【0084】図8は本発明に実施例1にかかるモールドレス半導体装置の外観を示す模式図である。まず、半導体チップ801、外部接続用端子802、803を準備した。半導体チップとしては、メサ構造のPN整流ダイオード(大きさ1.5mm□、厚み230μm、ピーク繰り返し逆電圧600V)を用意した。また、外部接続用端子802、803として、軟質銅(厚み100μm、無酸素銅C1020P、ビッカース硬度50)を用意し、外部接続用端子802に関しては、先端部のくびれた部分(領域B)にNiメッキを厚さ1μmで施した。この時に領域Bの部分のビッカース硬度を測定したところ、約130であった。外部接続用端子802、803は図のような形状に打ち抜きができるような金型を作成し、金型プレスにより打ち抜いて作成した。

【0085】次に、これらの部材を組み立て治具中に図8のように順に配置し、ダイオードチップ801と外部接続用端子802、803との間に不図示の半田ペレットを載置した状態で、窒素リフロー炉に投入し、半田を溶融して、部材801、802、803を電氣的に接続した。

【0086】上記作業により、先端部がNiメッキされたモールドレスダイオードAを50個作成した。作成後の総厚みは平均480μmであった。

【0087】(実施例2)実施例2においては、モールドレスダイオードB、C、Dを50個ずつ作成した。モールドレスダイオードBにおいては、外部接続用端子802の先端部Niメッキの厚みを0.5μm(ビッカー

ス硬度75)で作成した以外は実施例1と全く同様に作成した。

【0088】モールドレスダイオードCにおいては、外部接続用端子802の先端部をNiのスパッタ蒸着法で、厚み1000オングストローム(ピッカース硬度55)で作成した以外は実施例1と全く同様に作成した。

【0089】また、モールドレスダイオードDにおいては、外部接続用端子802、803として、錫入銅(厚み100 $\mu$ m、ピッカース硬度130)を用い、外部接

続用端子802の先端部分に銀メッキを1 $\mu$ mの厚みで設けた以外は実施例1と全く同様に作成した。銀メッキを設けた部分のピッカース硬度は約160であった。

【0090】(実施例3)図9は本発明の実施例3にかかるモールドレス半導体装置の外観を示す模式図である。

【0091】実施例3においては、モールドレスダイオードEを50個作成した。モールドレスダイオードEは、図9に示すように半田メッキを外部接続用端子902、903の両方の領域A部に設ける以外は実施例1と全く同様に作成した。半田メッキ銅の厚みは、1 $\mu$ mで形成し、その部分のピッカース硬度は約100であった。

【0092】(実施例4)図10は本発明に実施例4にかかるモールドレス半導体装置の外観を示す模式図である。まず、半導体チップ1001、外部接続用端子1002、1003を準備した。半導体チップとしては、メサ構造のPN整流ダイオード(大きさ1.5mm $\square$ 、厚み230 $\mu$ m、ピッカース硬度60.0V)を用意した。また、外部接続用端子1002、1003として、軟質銅(厚み100 $\mu$ m、無酸素銅C1020P、ピッカース硬度50)を用意した。外部接続用端子1002、1003は図10のような形状に打ち抜きができるような金型を作成し、金型プレスにより打ち抜いて作成した。

【0093】次に、これらの部材を組み立て治具中に図10のように順に配置し、ダイオードチップ1001と外部接続用端子1002、1003との間に不図示の半田ペレットを載置した状態で、窒素リフロー炉に投入し、半田を熔融して、部材1001、1002、1003を電気的に接続した。

【0094】次に、外部接続用端子1002のくびれた部分直上から、ダイオードチップ1001を概ね覆うようにシリコン樹脂を0.2g程ドットングし、チップ上にシリコン樹脂(弾性体)1004を形成した。シリコン樹脂は、東レダウコーニング社製のSE9186L(硬さJISA27)を使用した。シリコン樹脂ドットイング後は、室温空气中で約1週間放置し、シリコン樹脂を十分硬化させた。

【0095】上記作業により、先端部にシリコン樹脂

が形成されたモールドレスダイオードFを50個作成した。

【0096】(実施例5)実施例5においては、モールドレスダイオードG、H、Iを50個ずつ作成した。モールドレスダイオードGにおいては、シリコン樹脂1004をシリコン樹脂(東レダウコーニング社製/S H6103、硬さJISA40)を用いる以外は実施例4と全く同様に作成した。

【0097】モールドレスダイオードHにおいては、シリコン樹脂1004をシリコン樹脂(東レダウコーニング社製/JCR6120L、硬さJISA45)を用いる以外は実施例4と全く同様に作成した。

【0098】また、モールドレスダイオードIにおいては、シリコン樹脂1004をシリコン樹脂(東レダウコーニング社製/SE9590、硬さJISA55)を用いる以外は実施例4と全く同様に作成した。

【0099】(実施例6)図11は本発明に実施例6にかかるモールドレス半導体装置の外観を示す模式図である。

【0100】実施例6においては、図8で示すモールドレスダイオードAを用いた以外は実施例4と全く同様にシリコン樹脂を塗布したモールドレスダイオードJを50個作成した。

【0101】(比較例1)比較例1として、Niメッキを設けないこと以外は実施例1と全く同様に、モールドレスダイオードKを50個作成した。

【0102】(比較例2)比較例2として、2つの外部接続用端子を硬質銅(厚み100 $\mu$ m、タフピッチ銅、ピッカース硬度150.0)にした以外は比較例1と全く同様に、モールドレスダイオードLを50個作成した。

【0103】(比較実験1)上記作成したモールドレスダイオードA~Lに対して、以下の比較実験を行った。試験①はねじりや曲げに対する耐性を、試験②は衝撃に対する耐性を調査するものである。

【0104】①ねじり試験

モールドレスダイオードの2枚の外部接続用端子の端から2mmのところを、治具でくわえ、45度のねじりを加えるように外部接続用端子を折り曲げる。次に逆方向に45度のねじりを加えて、これを1回とする。このような試験を3回行った。

【0105】②自然落下試験

厚さ4cm、大きさ15cm $\square$ の木板上に水平にモールドレスダイオードを設置し、75cmの高さから自然に落下させる。回数は3回行った。

【0106】これらの試験においては、試験前に初期特性値(VF、IR)を測定しておき、試験後に初期特性値 $\times 2$ 以上の特性を示したのものに関してNGとした。また、外観上、外部接続用端子が破断したものやダイオードチップが割れているものに関してもNGとした。試

験は①②とも、それぞれのモールドレスダイオードに対して25個ずつ行った。

【0107】試験結果を表1に示す。

【0108】モールドレスダイオードA、B、C、D、E、F、K、Lの比較により、外部接続用端子に硬度差を設けることによって、ねじり試験に対する耐性がよくなることが明らかである。また、A、B、C、Dの比較により、硬度差をピッカース硬度で30以上設けた方がよりねじりに対する耐性はアップすることが明らかとなった。さらに、AとEの比較により、半導体チップ近傍部がそれ以外の部分よりも高硬度である方がねじり耐性があがることが明らかとなった。

【0109】次に、F、G、H、I、Kの比較により、半導体チップ上に弾性体を設けることによってねじりに対する耐性は変わらないが、衝撃に対する耐性が断然に上がることが明らかとなった。また、F、G、H、Iを比較すると、JISA硬度50以下にすることで、さらに衝撃耐性が上がることが明らかとなった。

【0110】次に、モールドレスダイオードJの結果を見ると、外部接続用端子に硬度差を設けるとともに、かつ半導体チップ上に弾性体を配置することによって、ねじり、衝撃の両方の外力に対して、非常に良好な効果を発揮することが明らかとなった。

【0111】（実施例7）まず、非晶質系太陽電池モジュールを製作した。この作製手順を図12を用いて説明する。

【0112】図12は本発明の実施例7にかかる光起電力素子の外観を示す模式図である。図12(a)は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図12(b)は光起電力素子同士を直列に接続した場合を受光面側から見た図であり、図12(c)はX-X'断面図である。

【0113】図12(a)中1200は基板、下部電極層、光起電力機能を担う非晶質シリコン、上部電極層の3者を含む300mm×280mm光起電力素子であり、前記実施態様例で記述した材料が適宜に使用できるが、ここでは光起電力素子全体を支える基板は厚さ150 $\mu$ mのステンレス板で、基板の直上には下部電極層がスパッタ法によりAl、ZnOがそれぞれ数千Åの厚みにて順次堆積して形成した。また非晶質シリコンはプラズマCVD法により基板側よりn型、i型、p型、n型、i型、p型、n型、i型、p型の各層を順次堆積して形成した。また上部電極層は透明電極膜であって、O<sub>2</sub>雰囲気中Inを抵抗加熱法にて蒸着し、厚み約700Åの酸化インジウム薄膜を形成した。

【0114】次にこうして作成された光起電力素子を、光起電力素子の外周切断時に発生する基板と透明電極膜との短絡の悪影響を有効受光範囲に及ぼさないように、透明電極膜上にFeCl<sub>3</sub>、AlCl<sub>3</sub>等を含むエッチングペーストをスクリーン印刷法により塗布し加熱後洗浄することによって、該光起電力素子の該透明電極膜の一

部を線状に除去しエッチングライン1201を形成した。

【0115】その後、光起電力素子1200の裏面側端部1辺に、裏面側電力取り出し部材である幅7.5mm、長さ285mm、厚み100 $\mu$ mの軟質銅箔1203をレーザー溶接法にて導電性基板に接続した。

【0116】その後、光起電力素子1200の端部の裏面側導電性箔体と対向する受光面側の1辺に、幅7.5mm、長さ280mm、厚み200 $\mu$ mのポリイミド基材絶縁テープ1204を貼った。この時、絶縁テープ1204を、光起電力素子1200の右側の辺のエッジ部をカバーするように、少しはみ出させて添付した。

【0117】その後、予めカーボンペーストを $\phi$ 100 $\mu$ mの銅ワイヤーにコートしたカーボンコートワイヤーを5.6mmピッチで光起電力素子1200及び絶縁接着テープ1204上に形成し集電電極1205とした。

【0118】更に、前記絶縁接着テープ1204の上部に、集電電極1205の更なる集電電極であるバスバー電極1206を形成した。バスバー電極1206としては、幅5mm、長さ285mm、厚み100 $\mu$ mの銀メッキ銅箔を用いて絶縁テープ上に載置した後、200℃、3kg/cm<sup>2</sup>、180秒の条件で、ワイヤー電極と同時に加熱加圧固定する。この時、図12(a)に示すように銀メッキ銅箔1206の片側が、光起電力素子1200から外側に延びるようにしておいた。

【0119】次に、銀メッキ銅箔1206上であって、光起電力素子から飛び出した部分の一部に、7mm□、厚さ130 $\mu$ mの透明PETテープ1207を添付した。

【0120】このようにして作製された光起電力素子を、電気的に直列接続した図を(b)、(c)に示している。

【0121】図示のように、光起電力素子から外側に伸びたPETテープ付き銀メッキ銅箔1206を隣接する光起電力素子の裏面側にもぐりこませ、裏面側の軟質銅箔1203と半田接続した。この際、PETテープ1207が隣接する光起電力素子のエッジ部に接触するように接続を行った。なお、図中では、2直列の場合を図示しているが、実際には5枚の光起電力素子を直列接続した。

【0122】次に、実施例1で作成したモールドレスダイオードA1208を、図(c)のように光起電力素子の裏面側に配置し、ダイオードのP側に接続された外部接続用端子を裏面軟質銅箔1203に、またダイオードのN側に接続された外部接続用端子をバスバー電極に半田で接続し、電気的な導通を確保した。ダイオード1208は、光起電力素子1個に対して1個接続した。

【0123】次に、これらの5直列の光起電力素子モジュールを図15に示すように樹脂被覆(ラミネーション)した。以下にその手順を示す。

【0124】5直列光起電力素子、EVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）シート（厚さ460マイクロメートル）、片面をプラズマ放電処理した無延伸のETFE（ポリエチレンテトラフルオロエチレン）フィルム（厚さ50マイクロメートル）、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム（厚さ50マイクロメートル）、ガルバリウム鋼板（厚さ0.4mm）をETFE1506/EVA1502/5直列光起電力素子モジュール1504/EVA1502/PET1503/EVA1502/鋼板1501という順に重ねて太陽電池モジュール積層体とした。次に、ETFEの外側に、離型用テフロンフィルム（厚さ50μm）を介してステンレスメッシュ（40X40メッシュ、線径0.15mm）を配し、積層体を真空ラミネート装置を用いて加圧脱気しながら150℃で30分加熱圧着した。このようにして図15に示す太陽電池モジュールを得た。なお、表面被覆材表面にはメッシュにより最大30μmの高低差の凹凸が形成された。

【0125】出力端子はあらかじめ光起電力素子裏面にまわしておき、ラミネート後、ガルバリウム鋼板1501に予め開けておいた端子取り出し口から出力が取り出せるようにした。さらにこのモジュールの補強板1501の素子1504よりも外側に延在している部分をローラーフォーマーにて折り曲げ加工して、補強板がそのまま屋根材の機能を果たす「屋根材一体型太陽電池モジュール」とした。

【0126】なお、ここで用いたEVAシートは太陽電池の封止材として広く用いられているものであり、EVA樹脂（酢酸ビニル含有率33%）100重量部に対して架橋剤として有機過酸化物を1.5重量部、紫外線吸収剤0.3重量部、光安定化剤0.1重量部、熱酸化防止剤0.2重量部のシラン系カップリング剤0.25重量部を配合したものである。このようにして屋根材一体型太陽電池モジュールA'を作成した。

【0127】（実施例8）実施例8においては、屋根材一体型太陽電池モジュールB'を作成した。実施例8では、モールドレスダイオードAを用いる代わりに実施例4で述べたモールドレスダイオードFを使用した点が実施例7とは異なっており、それ以外は実施例7と同様にして行った。

【0128】（実施例9）実施例9においては、屋根材一体型太陽電池モジュールC'を作成した。実施例9では、モールドレスダイオードAを用いる代わりに実施例6で述べたモールドレスダイオードJを使用した点が実施例7とは異なっており、それ以外は実施例7と同様にして行った。

【0129】（実施例10）実施例10においては、屋根材一体型太陽電池モジュールD'を作成した。図13は本発明の実施例10にかかる光起電力素子の外観を示す模式図である。図13（a）は光起電力素子を受光面側から見た図であり、図13（b）は光起電力素子同士を直列に接続した場合を受光面側から見た図であり、図1

3（c）はX-X'断面図である。

【0130】本実施例では、モールドダイオードAを光起電力素子の非受光面側に設ける代わりに、図13で示すように受光面側に設けた点が実施例7とは異なっており、それ以外は実施例7と全く同様に作成した。

【0131】図13において、ダイオード1308は光起電力素子の受光面側のバスバー1306上に設置されており、ダイオードのP側がバスバー1306と、ダイオードのN側が隣接する光起電力素子のバスバー上に電気的に接続されている。

【0132】（比較例3）比較例3においては、屋根材一体型太陽電池モジュールE'を作成した。比較例3では、モールドレスダイオードAを用いる代わりに比較例1で述べたモールドレスダイオードKを使用した点が実施例7とは異なっており、それ以外は実施例7と同様にして行った。

【0133】（比較実験2）上記作成した屋根一体型太陽電池モジュールA'～E'に対して、実際の屋根の取り付けと同じ設置台に設置し、実際の屋外での風雨、電の影響を想定し、以下の比較実験を行った。試験①は、光起電力素子が影になった際の通電を想定した場合、試験②は風によるモジュールのたわみ、試験③は電がふってきた場合を想定した試験である。また、試験④として、光起電力素子にダイオードを半田づけした後に、半田付けの際にかかる不意の力でダイオードあるいは外部接続用端子に損傷がないかどうかを調査した。

【0134】① 通電試験

75℃の炉中で、光起電力素子の短絡電流である $I_{sc}$

を3.24(A)をダイオードに10.00時間通電した。通電試験に関しては、試験前後での光起電力素子の特性、及び光起電力素子モジュール自体の外観を検査した。

② ベンディング試験

IEEE規格draft9に準拠したベンディング試験を10000サイクル行った。

③ ヘイルインパクト試験

IEEE規格draft9に準拠したヘイルインパクト試験を行った。氷玉は、接続されている5個のダイオードに故意にあてるように行った。

【0135】これらの試験においては、試験前後での光起電力素子の変換効率をソーラーシミュレータを用いて測定することによって評価を行った。試験結果を表2に示す。

【0136】通電試験については、どのモジュールとも変換効率の低下はなく、また、外観上でもダイオード付近の充填材などのラミネート材料が剥離している様子はなかった。これらは、すべてのモールドレスダイオードを光起電力素子の電極上に密着させた状態で配置したので、放熱性が向上した為と考えられる。

【0137】ベンディング試験に関しては、モジュール

A'、C'、D'は変換効率の低下はなかったが、モジュールB'では0.8%の効率低下、モジュールE'では3.2%の効率低下を示した。このことから、チップ先端部とそれ以外の部分で硬度差を設けていない場合には、モジュールになった場合でも曲げ耐性が落ちることが分かった。

【0138】また、ヘイルインパクト試験に関しては、モジュールB'、C'は変換効率の低下はなかったが、モジュールA'では1.2%の効率低下、モジュールD'では2.0%の効率低下、モジュールE'では7.5%の効率低下を示した。これらの結果より、弾性体を設けていない場合は、衝撃耐性が悪く、氷が当たることによって、ダイオードが破壊し、モジュールの変換効率を

落としていると考えられる。また、モジュールA'とD'を比較すると、モジュールD'の低下率の大きいことから、ダイオードは非受光面側に接続する方がより有利であることが判明した。

【0139】次に、外観検査については、モジュールE'のみ2個のダイオードの外部接続用端子の先端くびれ部にうっすらと亀裂が入っていた。他のモジュールに関しては、特に異常は見られなかった。以上の結果から、本発明の半導体装置が接続された光起電力素子は、

【0140】

【表1】

		①ねじり試験NG数	②自然落下試験NG数
モールドレスダイオードA	実施例1	0	25
モールドレスダイオードB	実施例2	13	25
モールドレスダイオードC	実施例2	15	25
モールドレスダイオードD	実施例2	4	25
モールドレスダイオードE	実施例3	2	25
モールドレスダイオードF	実施例4	19	0
モールドレスダイオードG	実施例5	20	0
モールドレスダイオードH	実施例5	22	0
モールドレスダイオードI	実施例5	22	2
モールドレスダイオードJ	実施例6	0	0
モールドレスダイオードK	比較例1	20	25
モールドレスダイオードL	比較例2	25	25

【0141】

【表2】

		モジュールA'	モジュールB'	モジュールC'	モジュールD'	モジュールE'
①通電試験	試験前	9.21 %	9.22 %	9.18 %	9.21 %	9.25 %
	試験後	9.23 %	9.23 %	9.20 %	9.21 %	9.23 %
②ベンディング試験	試験前	9.12 %	9.21 %	9.23 %	9.21 %	9.15 %
	試験後	9.12 %	9.14 %	9.22 %	9.23 %	8.86 %
③ヘイルインパクト試験	試験前	9.13 %	9.20 %	9.21 %	9.17 %	9.10 %
	試験後	9.02 %	9.23 %	9.22 %	9.00 %	8.42 %
④外観検査		異常無し	異常無し	異常無し	異常無し	ダイオード2個の端子に亀裂が入っていた。

## 【0142】

【発明の効果】本発明のモールドレス半導体装置によって、非常に薄型になり、光起電力素子に容易に組み込むことが可能となり、樹脂封止する際にも樹脂量を少なくすることが出来た。また、本発明によればモールドレスであっても、ねじり、曲げ、衝撃に強い半導体装置を提供することができ、従来の問題点を解決することができた。

また、この半導体装置を接続した光起電力素子モジュール自体についても、ねじり、曲げ、衝撃に強いモジュールを提供することが可能となり、また接続箇所を電極部材上にする事でラミネート材料の熱的な問題も解決することができた。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施態様例のモールドレス半導体装置の概略図である。

【図2】従来のモールドレス半導体装置の概略図である。

【図3】従来のモールドパッケージ半導体装置の概略図である。

【図4】本発明のモールドレス半導体装置の外部接続用端子の硬度差を説明する為の概略図である。

【図5】本発明の光起電力素子モジュールの概略構成図である。

【図6】アモルファスシリコン太陽電池の層構成を示す概略図である。

【図7】本発明の結晶系の光起電力素子モジュールの概略構成図である。

【図8】本発明の実施例1にかかるモールドレス半導体装置を示す概略図である。

【図9】本発明の実施例3にかかるモールドレス半導体装置を示す概略図である。

【図10】本発明の実施例4にかかるモールドレス半導体装置を示す概略図である。

【図11】本発明の実施例6にかかるモールドレス半導体装置を示す概略図である。

【図12】本発明の実施例7にかかる光起電力素子モジュールを示す概略図である。

【図13】本発明の実施例10にかかる光起電力素子モジュールを示す概略図である。

【図14】本発明の建材の斜視図である。

【図15】本発明の太陽電池モジュールの斜視図及び断面図である。

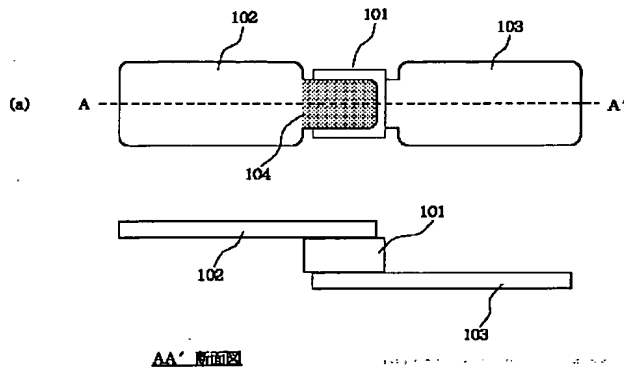
## 【符号の説明】

- 101 半導体チップ
- 102、103 外部接続用端子
- 104 硬度差境界線
- 105 弾性体
- 501、501' 光起電力素子
- 502 パスパー
- 503、503' 絶縁性部材
- 504 金属体（接続部材）
- 505 被覆材
- 506 集電電極
- 507 半導体装置
- 1501 補強板
- 1502 EVA（充填材）
- 1503 PET（絶縁部材）
- 1504 光起電力素子モジュール

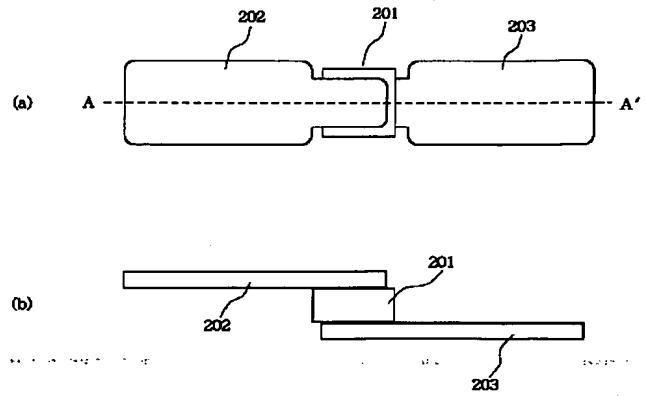
1505 ガラス繊維

1506 ETFE (表面フィルム)

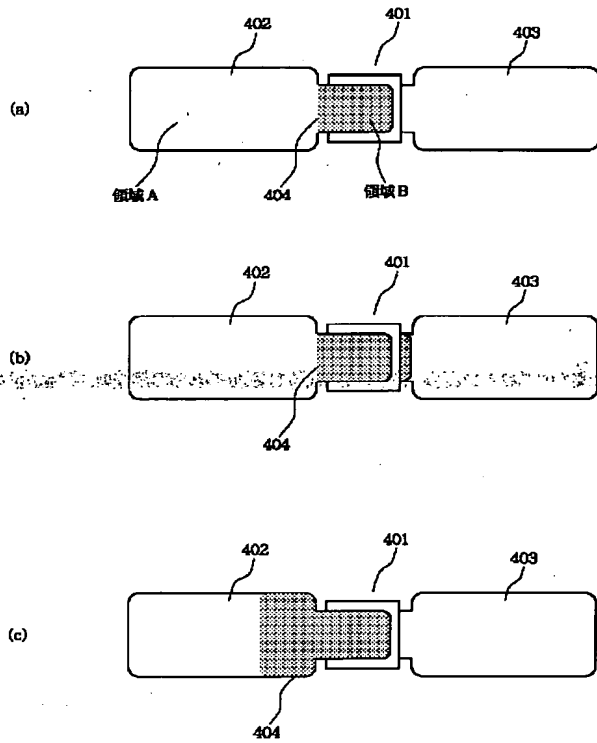
【図1】



【図2】



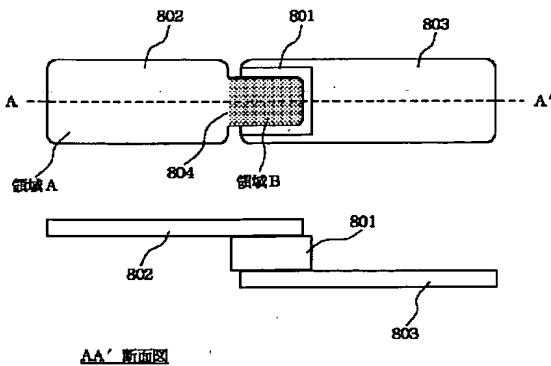
【図4】



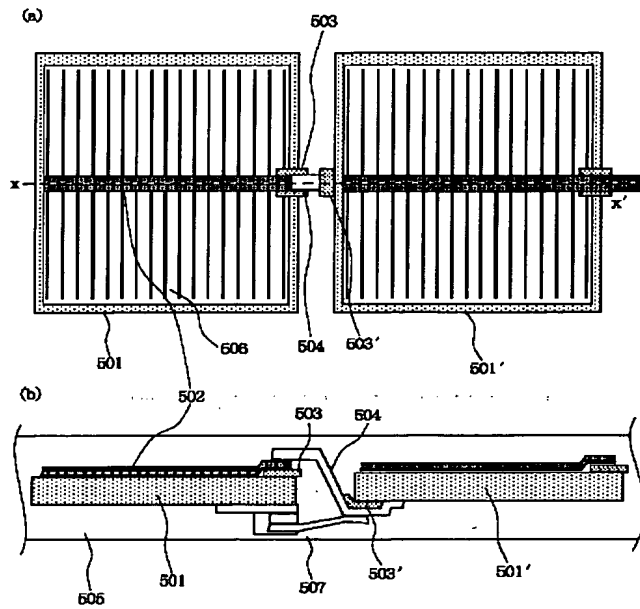
【図3】



【図8】



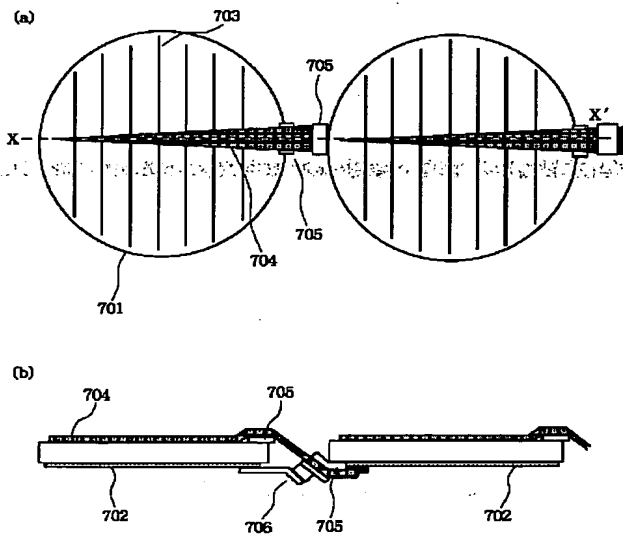
【図5】



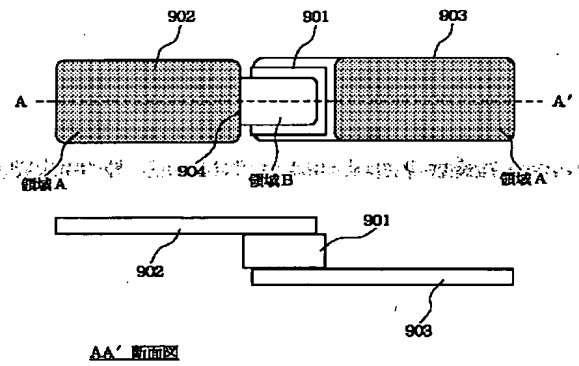
【図6】

607
608
625
624
623
615
614
613
606
604
603
602
601

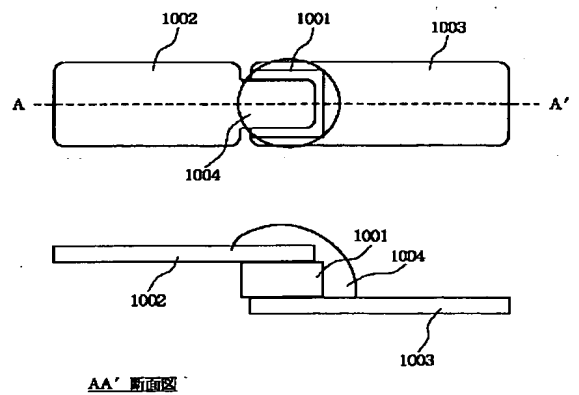
【図7】



【図9】

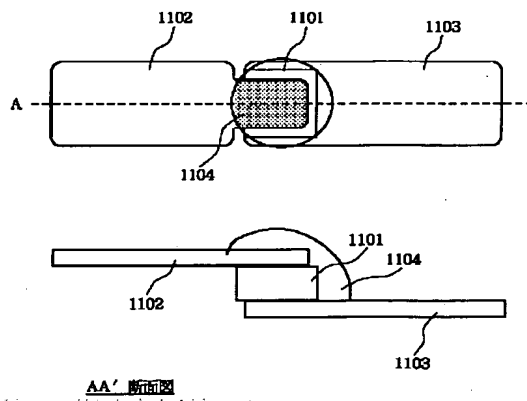


【図10】

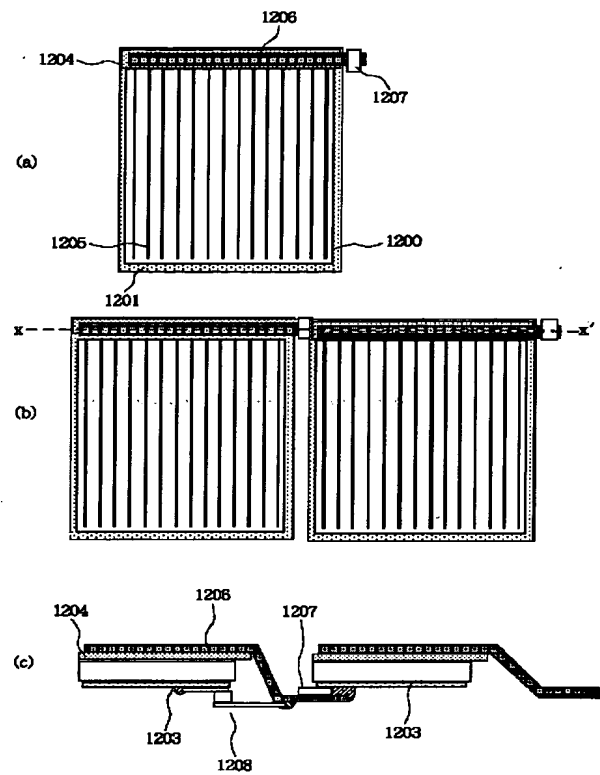




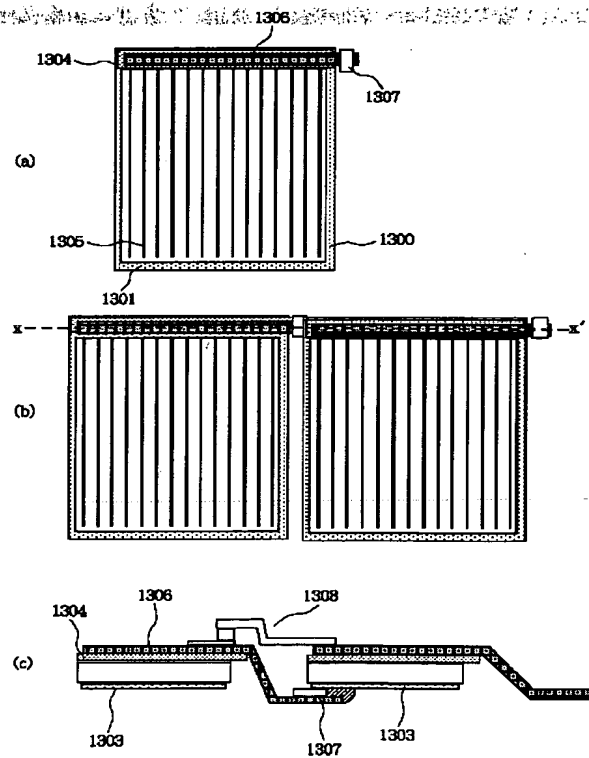
【図 1 1】



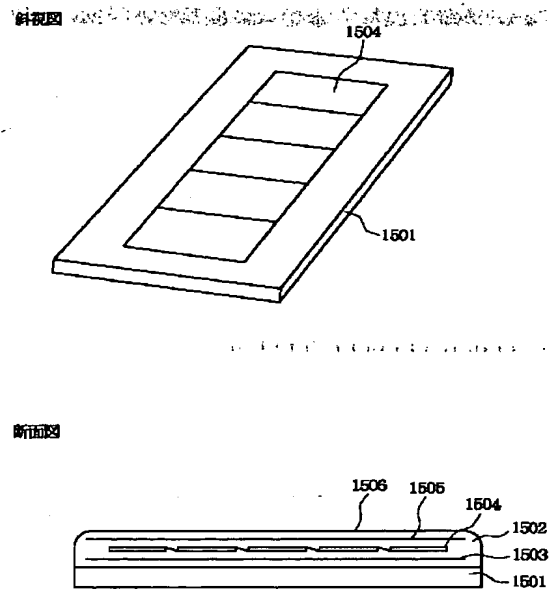
【図 1 2】



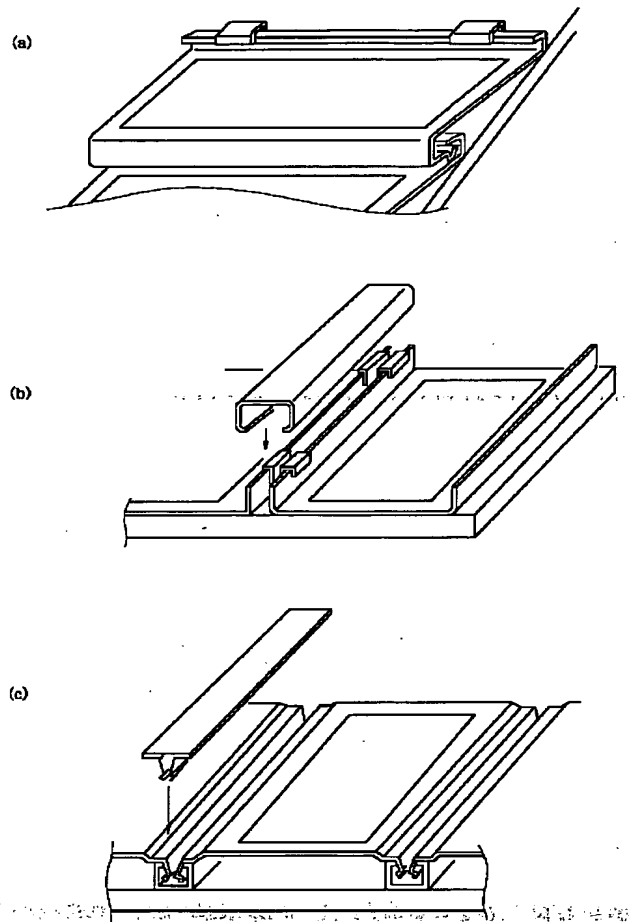
【図 1 3】



【図 1 5】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 31/10

識別記号

F I  
H01L 31/10

A

(72) 発明者 山田 聡  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内

(72) 発明者 村上 勉  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内